

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

p. 2

(11)Publication number : 2001-216206

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

G06F 13/00
 G06F 3/06
 G06F 13/10
 H04L 12/42
 H04L 12/437

(21)Application number : 2000-023604

(71)Applicant : NEC CORP

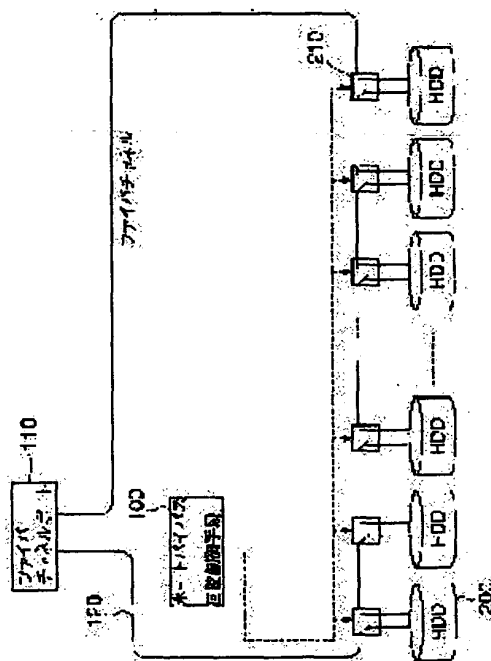
(22)Date of filing : 01.02.2000

(72)Inventor : MORI YOSHIKI

(54) FAULT ANALYSIS METHOD FOR LOOP-LIKE INTERFACE, AND SYSTEM PROVIDED WITH FAULT ANALYSIS FUNCTION**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To specify a fault device and a disconnection part which are the cause of a link fault in a system using a loop-like interface.

SOLUTION: Plural devices 200 are connected to the loop-like interface 120 and a port bypass circuit 210 disconnects the device from the loop-like interface. When the loop-like interface becomes a link down, a port bypass control means 100 controls the port bypass circuit and successively disconnects the devices from the loop-like interface. After disconnecting the device, whether or not a loop fault is present is investigated. The investigated result is obtained by repeating the operation for the devices several times and a device which is the cause of a loop fault is specified based on the investigated result.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

16.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-216206
(P2001-216206A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 6 F 13/00	3 0 1	G 0 6 F 13/00	3 0 1 W 5 B 0 1 4
3/06	3 0 5	3/06	3 0 5 A 5 B 0 6 5
13/10	3 4 0	13/10	3 4 0 A 5 B 0 8 3
H 0 4 L 12/42		H 0 4 L 11/00	3 3 0 5 K 0 3 1
12/437			3 3 1

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-23604(P2000-23604)

(22) 出願日 平成12年2月1日 (2000.2.1)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 森 善昭

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外1名)

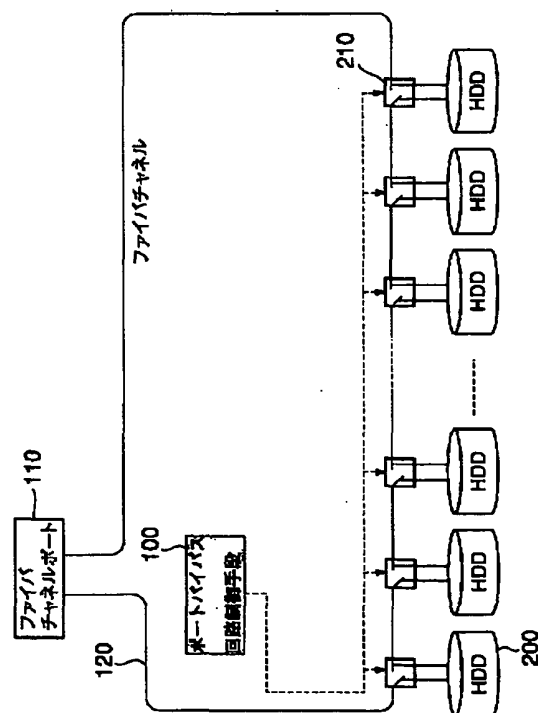
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ループ状インターフェースの障害解析方法及び障害解析機能を有するシステム

(57) 【要約】

【課題】 ループ状インターフェースを用いたシステムにおいて、リンク障害の原因となっている故障デバイスや切断箇所を特定する。

【解決手段】 ループ状インターフェース120に複数のデバイス200が接続されており、ポートバイパス回路210がループ状インターフェースからデバイスを切り離す。ポートバイパス制御手段100は、ループ状インターフェースがリンクダウンとなると、ポートバイパス回路を制御してデバイスを順次ループ状インターフェースから切り離す。そして、デバイスを切り離した後ループ障害があるか否かを調査する。この動作をデバイスの数回繰り返して調査結果を得て、調査結果に基づいてループ障害の要因となっているデバイスを特定する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ループ状インターフェースに複数のデバイスが接続され、前記ループ状インターフェースから前記デバイスを切り離すためのポートバイパス回路と、前記ポートバイパス回路を制御する制御手段とを有するシステムに用いられ、前記ループ状インターフェースがリンクダウンとなると、前記制御手段は、前記ポートバイパス回路を制御して前記デバイスを順次前記ループ状インターフェースから切り離す第 1 のステップと、前記デバイスを切り離した後ループ障害があるか否かを調査する第 2 のステップと、前記第 1 及び前記第 2 のステップを前記デバイスの数回繰り返して調査結果を得る第 3 のステップと、前記調査結果に基づいて前記ループ障害の要因となっているデバイスを特定する第 4 のステップとを行うことを特徴とするループ状インターフェースの障害解析方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載されたループ状インターフェースの障害解析方法において、前記ループ状インターフェースは FC-AL (Fibre Channel Arbitrated Loop) であることを特徴とするループ状インターフェースの障害解析方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載されたループ状インターフェースの障害解析方法において、前記第 1 のステップは、前記ループ障害が発生すると予め定められた規則に基づいて前記デバイスをバイパスさせるための初期アドレスを決定する第 5 ステップと、前記ポートバイパス回路を制御して前記初期アドレスに対応する前記デバイスを前記ループインターフェースから切り離してバイパスする第 6 のステップとを有し、前記第 3 のステップは、前記初期アドレスを 1 ずつ増加させて加算アドレスを得てその都度該加算アドレスに対応する前記デバイスを前記ループインターフェースから切り離してバイパスする第 7 のステップと、前記加算の都度前記第 2 のステップを行う第 8 のステップとを有し、前記第 4 のステップは、前記バイパスの都度前記ループ障害から回復すれば当該バイパスさせたデバイスが前記ループ障害の原因となっている被疑デバイスと判断する第 8 のステップと、該被疑デバイス以外のデバイスを順次前記ループ状インターフェースに組み込む第 9 のステップとを有することを特徴とするループ状インターフェースの障害解析方法。

【請求項 4】 請求項 1 に記載されたループ状インターフェースの障害解析方法において、前記ループ状インターフェースは二重化されていることを特徴とするループ状インターフェースの障害解析方法。

【請求項 5】 ループ状インターフェースに複数のデバイスが接続され、前記ループ状インターフェースから前記デバイスを切り離すためのポートバイパス回路と、前記ポートバイパス回路を制御する制御手段とを有するシステムにおいて、前記制御手段は、前記ループ状インタ

2

ーフェースがリンクダウンとなると、前記ポートバイパス回路を制御して前記デバイスを順次前記ループ状インターフェースから切り離す第 1 の手段と、前記デバイスを切り離した後ループ障害があるか否かを調査する第 2 の手段と、前記切り離し及び前記調査を前記デバイスの数回繰り返して調査結果を得る第 3 の手段と、前記調査結果に基づいて前記ループ障害の要因となっているデバイスを特定する第 4 の手段とを有することを特徴とするループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステム。

【請求項 6】 請求項 5 に記載されたループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステムにおいて、前記ループ状インターフェースは FC-AL (Fibre Channel Arbitrated Loop) であることを特徴とするループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステム。

【請求項 7】 請求項 5 に記載されたループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステムにおいて、前記第 1 の手段は、前記ループ障害が発生すると予め定められた規則に基づいて前記デバイスをバイパスさせるための初期アドレスを決定する手段と、前記ポートバイパス回路を制御して前記初期アドレスに対応する前記デバイスを前記ループインターフェースから切り離してバイパスする手段とを有し、前記第 3 の手段は、前記初期アドレスを 1 ずつ増加させて加算アドレスを得てその都度該加算アドレスに対応する前記デバイスを前記ループインターフェースから切り離してバイパスする手段と、前記加算の都度前記切り離し及び調査を行う手段と、前記第 4 の手段は、前記バイパスの都度前記ループ障害から回復すれば当該バイパスさせたデバイスが前記ループ障害の原因となっている被疑デバイスと判断する手段と、該被疑デバイス以外のデバイスを順次前記ループ状インターフェースに組み込む手段とを有することを特徴とするループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステム。

【請求項 8】 請求項 5 に記載されたループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステムにおいて、前記ループ状インターフェースは二重化されていることを特徴とするループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はループ状インターフェースの障害解析方法及びループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 FC-AL (Fibre Channel Arbitrated Loop) のようなループ状にデバイスが接続されるインターフェースは、ケーブルの接続構成がシンプルでネットワークへの対応も容易

3

なことから、近年多く使用されるようになってきたが、一般的に、このような形態のインターフェースは接続されているデバイスのインターフェース回路の障害等によってループ内を正常に信号が伝搬できなくなると、ループ全体が使用不可能になり、接続されている1デバイスの障害であっても、そのループに接続されている全てのデバイスが使用できなくなるという問題がある。

【0003】1デバイスの障害でループ全体が使用できなくなった場合、障害の影響が大きいばかりでなく、障害の原因となっているデバイスを特定することも困難になって、障害解析、障害原因の除去に時間がかかるという問題を抱えている。

【0004】このような形態のインターフェースでは、デバイスの障害に因るものばかりではなく、例えば、ループの一部が切断された場合等にも接続されている全デバイスが使用できなくなり、切断された箇所の特定も困難である。

【0005】近年、FC-ALインターフェースに対応したHDD (Hard Disk Drive) 等も多く使用されるようになってきたが、このように障害発生時に同一ループ上に接続される全デバイスが使用できなくなるという問題の対策として、通常これらのデバイスは独立した2つのループに接続できるようにインターフェース回路を2ポート分用意し、片方のループが障害により使用できなくなっても、もう一方のループでアクセス可能なようにするという手法を採ることが多く、これによって信頼性を確保している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、独立した2つのインターフェースに接続することによって信頼性の向上は図れるが、障害箇所の特定、例えば、故障デバイスの特定やループの切断箇所の特定が困難であることには変わりなく、その解析や保守性については大きな改善となっていない。

【0007】本発明の目的は、近年ディスクアレイ装置などで多く使用されるようになってきたファイバチャネルのようなループ状インターフェースを使用した装置又はシステムにおいて、リンク障害の原因となっている故障デバイスや切断箇所を特定するための解析方法を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、動的に障害の原因箇所を解析して、可能であればその障害を除去することによって機能回復を計ることのできる高い信頼性と保守性を有するシステムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、ループ状インターフェースに複数のデバイスが接続され、前記ループ状インターフェースから前記デバイスを切り離すためのポートバイパス回路と、前記ポートバイパス回路を制御する制御手段とを有するシステムに用いられ、前

4

記ループ状インターフェースがリンクダウンとなると、前記制御手段は、前記ポートバイパス回路を制御して前記デバイスを順次前記ループ状インターフェースから切り離す第1のステップと、前記デバイスを切り離した後ループ障害があるか否かを調査する第2のステップと、前記第1及び前記第2のステップを前記デバイスの数回繰り返して調査結果を得る第3のステップと、前記調査結果に基づいて前記ループ障害の要因となっているデバイスを特定する第4のステップとを有することを特徴とするループ状インターフェースの障害解析方法が得られる。

【0010】さらに、本発明によれば、ループ状インターフェースに複数のデバイスが接続され、前記ループ状インターフェースから前記デバイスを切り離すためのポートバイパス回路と、前記ポートバイパス回路を制御する制御手段とを有するシステムにおいて、前記制御手段は、前記ループ状インターフェースがリンクダウンとなると、前記ポートバイパス回路を制御して前記デバイスを順次前記ループ状インターフェースから切り離す第1の手段と、前記デバイスを切り離した後ループ障害があるか否かを調査する第2の手段と、前記切り離し及び前記調査を前記デバイスの数回繰り返して調査結果を得る第3の手段と、前記調査結果に基づいて前記ループ障害の要因となっているデバイスを特定する第4の手段とを有することを特徴とするループ状インターフェースの障害解析機能を有するシステムが得られる。

【0011】このように本発明では、障害原因になっているのがデバイスであれば、そのデバイスを特定し、保守員が認識可能なように表示することによって保守・交換の容易性を高めることができるばかりでなく、構成されているシステムがディスクアレイのように冗長性を持ったシステムであれば、障害原因になっているデバイスをバイパスさせることによってループ障害からの回復を計り、システムの機能を回復させることができるという効果がある。また、障害原因がバイパス可能なデバイスではなかったり、冗長性のない部品であった場合でも、障害原因となっている部品の範囲を狭めることが可能になるため、保守の容易性を高めることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1を参照して、図示のディスクアレイ装置では、デバイスを制御するためのホストとして機能するファイバチャネルポート (Fibre Channel Port) 110からループ状に接続されたファイバチャネル (Fibre Channel) 120に、デバイスとしてHDD 200が接続されている。このHDD 200はファイバチャネル120にポートバイパス回路210を通して接続されている。ポートバイパス回路210はポートバイパス (Port Bypass) 回路制御手段100によって、各HDD 200のループへの組み込み、バイパスを任意に制御できる構

成になっている。

【0013】ループ状インターフェースを使用する場合にはポートバイパス回路を通してデバイスを接続することは一般に行われていることであり、例えば、接続されている一部のデバイスの電源を切断したり、交換したりする際にループを切断しないように、デバイスからの制御信号がOFF状態であればループ上の信号をデバイス側に送らずバイパスさせるという目的のために使用される。

【0014】図示のディスクアレイ装置ではRAIDを構成しているHDDはFC-ALインターフェースで接続されており、インターフェース上の信号は各HDD200のインターフェース回路で解釈され、選択したHDD以外のHDDのインターフェース回路は信号を引き取らずに次のHDDに伝搬させることで、ループ中の特定のHDDだけを制御する。

【0015】図1のディスクアレイ装置では、ポートバイパス(Port Bypass)回路制御手段100はディスクアレイ装置の制御手段のマイクロプログラムによって実現されるものとし、ポートバイパス回路210の制御はマイクロプログラムによって直接制御される。

【0016】図2にディスクアレイ装置の他の例を示す。図2のディスクアレイ装置ではRAIDを構成しているHDD200はFC-ALインターフェースで接続されていることは同じであるが、ループ障害発生時に全HDD200へのアクセスができなくなることを避けるためにFC-ALインターフェースが二重化されており、何れのループからでも各HDD200にアクセスすることができる。

【0017】また、図2のディスクアレイ装置では、各FC-ALループにそれぞれエンクロージャサービスデバイス(Enclosure Service Device)101、101'が接続されている。このエンクロージャサービスデバイス101はANSI規格(NCITS 305-199X)で規定されている装置の筐体内環境監視・資源管理のためのデバイスであり、ポートバイパス回路210の制御機能も含んでいる。

【0018】更に、各ループに接続されているエンクロージャサービスデバイス101、101'は相互に通信するためのインターフェース130を有しており、どちらのエンクロージャサービスデバイス101、101'からも全てのポートバイパス回路を制御することができる。図1、図2何れの構成でもポートバイパス回路制御手段を有しており、これを使用して前述した障害原因の解析処理を実行する。

【0019】ここで、図1の構成における障害原因解析の動作を図3、図4、及び図5を参照して説明する。

【0020】図1の装置には1つのFC-ALループにn(nは2以上の整数)のHDD200が接続されてお

り、この内、4番目のHDDのインターフェース回路に障害が発生したために、インターフェースループ上を信号が伝搬できなくなりループ障害に陥った場合を想定して、解析動作を説明する。

【0021】ループ障害が発生すると最初に一定の規則でHDDをバイパスさせるために初期HDDアドレスを決定し、それを記憶する(図5、ステップ501)。ここではアドレスの小さい順にバイパスさせていくものとし、アドレス0X01を記憶する。

【0022】図3(A)に示すように、ここで記憶されたアドレスのHDD200をポートバイパス回路制御手段100を用いてインターフェースループからバイパスさせ(図5、ステップ502)、ループの初期化を行う(図5、ステップ503)。1台バイパスさせてループの初期化を行う毎に、ループ障害から回復するかを調べる(図5、ステップ504)。ループ障害から回復しない場合は、記憶しているHDDアドレスの内容に1を加算し(図5、ステップ504)、図3(B)に示すように、HDDを昇順に順次バイパスさせていく。

【0023】上記の処理を繰り返し、図3(C)に示すように、ループ障害から回復すれば最後にバイパスさせたHDDをループ障害の原因となっている被疑HDDと判断する。被疑HDDが決定されれば、記憶しているHDDアドレスの内容から1を減算し(図5、ステップ508)、図3(D)に示すように、バイパスさせたHDDをループに組み込む(図5、ステップ509)。つまり、被疑HDD以外のHDDをループに組み込んでいく。HDDをループに組み込むことによってループ障害が再発しないことを確認しながら(図5、ステップ510)、更にバイパスさせてあるHDDを降順に順次ループに組み込んでいく。

【0024】前記の処理を繰り返しながら、図3(E)に示すように、最終的に被疑HDD以外の全てのHDDのポートバイパスが解除され、インターフェースループに組み込まれるまで(図5、ステップ512)繰り返す。被疑HDD以外の全てのHDDのポートバイパスが解除されてもループ障害が再発しなければ、被疑HDDが障害原因であるものと判断して、障害原因の解析処理を終える。

【0025】一方、図4(A)に示すように、HDDを昇順に順次バイパスさせていった結果、前記の障害解析処理と同様に、ループ障害から回復するが、バイパスさせたHDDの中に複数の障害原因となっているHDDを含んでいるという場合も考えられる。

【0026】通常、複数のHDDのインターフェース回路が同時に故障する可能性は極めて低いが、例えば、1台の電源で複数のHDDに電力を供給しているような構成の場合には共通部である電源の異常動作が原因で複数のHDDが異常な振る舞いをすることが考えられる。

【0027】このように複数のHDDが原因でループ障

害が発生している場合には、図5のステップ508～512で、バイパスさせてあるHDDを順次ループに組み込んでいく過程で、図4(B)、(C)に示すように、一旦はループ障害から回復するものの、第2の被疑HDDを組み込んだ段階で再度ループ障害が再発することになる。このようにバイパスさせてあるHDDをループに組み込んでいく過程でループ障害が再発する場合には、最後に組み込んだHDDも被疑HDDとして扱い、このHDDはバイパスさせる(図5、ステップ511)。

【0028】上記の一連の処理を行うことによって、ループ障害の原因となっているHDDをバイパスさせ、障害原因となっているHDDを明確にできるとともに、ループ障害を回復させることができる。

【0029】更に、ディスクアレイ装置のように冗長性がある場合には、HDDをバイパスさせても冗長性の許す範囲であれば機能的にも支障無く稼働することが可能である。

【0030】また、障害原因がHDD以外の部分にある場合、例えば、ファイバーチャネルポート110、又はループの信号線の断線などに起因するものであれば、全てのHDDをバイパスさせてもループ障害は回復しない。この場合はバイパスさせた全てのポートバイパスを解除し、HDDをループに組み込んだ状態に戻して(図5、ステップ507)、HDD以外が障害原因であるものと判断して、障害原因の解析処理を終える。

【0031】HDD以外が障害原因である場合には、ループ障害を回復させることはできないが、ディスクアレイシステムにおけるHDDなどとは異なり、一般にファイバーチャネルポート110、又はループの信号線などはそれ自体が冗長性を有するものではなく、例えば、インターフェースループに冗長性を持たせる場合は、二重化することによってシステム全体での冗長性を持たせるものであり、障害要因を含んだインターフェースループの回復を試みることは意味がないので、後の部品交換に備えてポートバイパス回路の状態を元に戻すだけに止め、障害原因の範囲を狭めるための解析だけで処理を終える。

【0032】図2に示す例では、前述のように、RAIDを構成しているHDDはFC-ALインターフェースで接続されていることは同じであるが、ループ障害発生時に全HDDへのアクセスができなくなることを避けるため、予めFC-ALインターフェースが二重化されており、何れのループからでも各HDDにアクセスすることができる。また、各FC-ALループにそれぞれエンクロージャサービスデバイス101が接続されている。このエンクロージャサービスデバイス101はANSI規格(NCITS 305-199X)で規定されている装置の筐体内環境監視・資源管理のためのデバイスであり、ディスクアレイ装置に接続されるホストシステムからアクセス可能なデバイスであり、ポートバイパス回

路210の制御機能も含んでいる。更に各ループに接続されているエンクロージャサービスデバイス101、101'は相互に通信するためのインターフェース130を有しており、どちらのエンクロージャサービスデバイス101、101'からでも、全てのポートバイパス回路210を制御することができるよう構成されている。

【0033】図2の例でも障害原因となっているHDDの基本的な解析方法は前述の例と同じである。ポートバイパス制御手段の実現方法が異なっており、エンクロージャサービスデバイス101で実現されているだけの違いである。このエンクロージャサービスデバイス101、101'はHDDと同様にループ状のインターフェースに接続されたデバイスとして振る舞い、ファイバーチャネルポート110、110'から発行された命令に基づいてポートバイパス回路210の制御を行う。

【0034】このような構成では一方のインターフェースループで障害が発生した場合、そのループに接続されているエンクロージャサービスデバイスに対するポートバイパス回路210の制御指示ができなくなるため、他方のインターフェースループに接続されているエンクロージャサービスデバイスに対してポートバイパス回路210の制御指示を行う。

【0035】図6はRAIDを構成するHDDのインターフェースとしてファイバーチャネルを採用したディスクアレイ装置の例を示す図であり、このように1つのループに接続されるデバイスの数を増設装置20の追加によって拡張することが可能になっている。このように拡張性の高い装置構成を採用した場合、通常、独立した筐体間で受け渡しできる制御信号の数は物理的制約を受け、各々のHDDに対応するポートバイパス回路210を制御するための信号線を基本装置10に接続するのは困難になる。しかし、図1の様に直接ポートバイパス回路210を制御する方式に対して、図2の様にエンクロージャサービスデバイス101を通してポートバイパス回路210の制御を行う方法を採用することによって、図6に示す構成を採用しても、ファイバーチャネル120からポートバイパス回路210の制御を行うことが可能になり、装置構成の拡張性の高いシステムでも、容易にポートバイパス回路の制御手段を実現することができる。従って、前述の障害原因の解析方法と全く同じ方法で解析が可能になる。

【0036】上記の各例では、ループ障害の原因となっているHDDの解析、あるいはそれ以外の障害の解析という観点で説明を行ってきたが、図2のようにインターフェースループにエンクロージャサービスデバイス101が接続される場合には、このエンクロージャサービスデバイス101自体もHDDと同様インターフェース回路を含んでおり、このインターフェース回路の障害によるループ障害も考えられる。

【0037】ところで、図2の例ではポートバイパス回路210をHDDへの接続部にのみ使用して、ループ障害の解析を行っているが、図7の例ではポートバイパス回路210をエンクロージャサービスデバイス101、及び図6のように増設装置20を増設する場合の接続部にも適用している。これを用いて、前述の解析方法と同様に、ループ障害の原因になっているHDD以外の障害原因箇所をより狭めることが可能になる。

【0038】図7の例における障害原因解析の方法について説明する。

【0039】最初に接続されているHDDの障害解析を行う。これは前述のように図5に示したフローチャートに基づいて行われるので、ここでは省略する。

【0040】前述の障害原因解析の図5のステップ506で全HDDをバイパスさせてもループ障害から回復しない場合には、全HDDのバイパスを解除して（図5のステップ507）、HDD以外の要因による障害と判断しているが、図7のように増設装置20が接続される場合には複数のエンクロージャサービスデバイス101が搭載されているため、個々のエンクロージャサービスデバイス101の障害によるループ障害の可能性を考えて、エンクロージャサービスデバイス101の障害解析を行う。解析の基本的方法は図5のフローチャートと同じであるため、図5に基づいて説明する。なお、ここでは説明の簡単のため2つのファイバーチャネルループの内、一方をメインループ、他方をサブループと呼び、メインループでループ障害が発生したものと、その解析方法を説明する。

【0041】まず、複数のエンクロージャサービスデバイス101の中で最も若番のエンクロージャサービスデバイスのアドレスをバイパス対象として記憶し（ステップ501）、サブループに接続されているエンクロージャサービスデバイスに対してメインループに接続されているエンクロージャサービスデバイスをループからバイパスさせ（図5、ステップ502）、メインループの初期化を行う（図5、ステップ503）。ループ障害から回復しない場合は、記憶しているデバイスアドレスの内容を次のエンクロージャサービスデバイス変更し（図5、ステップ504）、エンクロージャサービスデバイスを順次バイパスさせていく。

【0042】上記の処理を繰り返し、ループ障害から回復すれば最後にバイパスさせたエンクロージャサービスデバイスをループ障害の原因となっている被疑デバイスと判断する。

【0043】被疑デバイスが決定されれば、記憶しているデバイスアドレスの内容をより若番のエンクロージャサービスデバイスのアドレスに変更し（図5、ステップ508）、バイパスさせたエンクロージャサービスデバイスをループに組み込む（図5、ステップ509）。エンクロージャサービスデバイスをループに組み込むこと

によってループ障害が再発しないことを確認しながら（図5、ステップ510）、更にバイパスさせてあるエンクロージャサービスデバイスを降順に順次ループに組み込んでいく。

【0044】前記の処理を繰り返しながら、最終的に被疑デバイス以外の全てのエンクロージャサービスデバイスのポートバイパスが解除され、インターフェースループに組み込まれるまで（図5、ステップ512）繰り返す。被疑デバイス以外の全てのデバイスのポートバイパスが解除されてもループ障害が再発しなければ、被疑エンクロージャサービスデバイスが障害原因であるものと判断して、障害原因の解析処理を終える。

【0045】なお、ここでは障害原因のエンクロージャサービスデバイスをHDDと同様にバイパスさせたままにしてループ障害から回復させた状態で解析処理を終えるものとして説明したが、冗長性を有するディスクアレイ装置におけるHDDは、障害HDDを切り離しても複数のHDDで構成される論理ディスクは冗長性を失うだけで正常に機能するので、バイパスさせてループ障害を回復させることの方がメリットが大きいが、エンクロージャサービスデバイスの場合はバイパスさせることでその機能を失うことになるため、接続されているべき資源（エンクロージャサービスデバイス）をバイパスさせてまでループ障害を回復させるメリットがない場合もある。すなわち、障害原因箇所が特定できればループ障害の状態を維持していても問題ない場合もある。このような場合は、ステップ508～512のバイパスを解除する処理を終えて被疑デバイス以外のエンクロージャサービスデバイスのバイパスを解除して、障害原因のデバイスを確定した後に解析処理を終える前に、障害原因デバイスと判断されたエンクロージャサービスデバイスのバイパスも解除し、ループ障害の状態にしたまま処理を終えても構わない。

【0046】ステップ502～506のバイパス処理を行った結果、全てのエンクロージャサービスデバイスをバイパスさせてもループ障害が回復しない場合には、バイパスさせた全てのポートバイパスを解除し、全てのエンクロージャサービスデバイスをループに組み込んだ状態に戻して（図5、ステップ507）、エンクロージャサービスデバイス以外が障害原因であるものと判断する。

【0047】前述の障害解析によりループ障害が発生しているインターフェースループに接続されているHDD、エンクロージャサービスデバイス何れにも障害原因がない場合には、ファイバーチャネルポート110、ファイバーチャネル信号線の断線など、その他の要因によるループ障害の可能性が考えられる。次に、HDD、エンクロージャサービスデバイス以外の要因による障害箇所の解析処理について図8のフローチャートを参照して説明する。

【0048】特に、図7のように複数の増設装置20を接続し同一インターフェースに接続するデバイスを追加している場合は、増設装置間の接続ケーブルの断線、接触不良などの障害の可能性が考えられる。通常、これらの障害は保守員の介入、あるいは復旧のための特別な機構を設けずに復旧を計ることは困難であるが、原因箇所の特定によって復旧のために交換すべき部品数を狭めることができる。

【0049】なお、ここでは増設装置20には個々にアドレスが振られているものとして説明を行うが、これは増設装置20にアドレスが必要であることを意味しているわけではなく、各増設装置20には同一ループに接続されるHDD、エンクロージャサービスデバイスが含まれており、少なくともこれらを識別するための情報は必要であり、これらの情報で識別されても構わない。ただし、ここでは説明の簡単のため、基本装置10から接続される順に昇順に連続したアドレスが与えられているものとして説明する。

【0050】最初に基本装置10から物理的に最も遠い位置に接続されている増設装置20のアドレスを記憶する(図8、ステップ801)。ここで記憶されたアドレスの増設装置20をサブループに接続されたエンクロージャサービスデバイスに対してメインループから当該増設装置20をバイパスさせ(図8、ステップ802)、メインループの初期化を行う(図8、ステップ803)。なお、ここでのメインループからの増設装置20のバイパス処理は、バイパス対象として記憶されている増設装置20よりも1小さいアドレスの増設装置20または基本装置10内のエンクロージャサービスデバイスに対して発行される。増設装置20を1台バイパスさせてループの初期化を行う毎に、ループ障害から回復するかを調べる(図8、ステップ804)。ループ障害から回復しない場合は、記憶している増設装置20のアドレスに1を減算し(図8、ステップ804)、基本装置10に近い方に順次バイパスさせていく。上記処理を繰り返し、ループ障害から回復すれば最後にバイパスさせた増設装置20をループ障害の原因を含んでいる増設装置20と判断する。ループ障害の原因を含んでいる増設装置20を特定できれば、これを保守対象と判定し、バイパスさせた全ての増設装置20のバイパスを解除して障害解析を終える。

【0051】また、全ての増設装置20をバイパスさせてもループ障害が回復しない場合は、基本装置10内のHDD、エンクロージャサービスデバイス以外の障害、例えばファイバチャネルポート110、あるいは、基本装置10内のループの信号線の断線などに起因するものと判断し、バイパスさせた全ての増設装置20のバイパスを解除し、ループに組み込んだ状態に戻して(図8、ステップ807)、障害解析処理を終える。

【0052】

【発明の効果】以上のように、本発明では、ループ状インターフェースにデバイスを接続しているポートバイパス回路を任意に制御して、接続されているデバイスをアドレスの昇順・降順等特定の規則に基づいてバイパス、組み込みを行うようにすることによって、ループ障害の要因となっている原因箇所の特定をすることができるという効果がある。

【0053】特に、ディスクアレイシステムでHDDをループ状のインターフェースで接続されているようなシステムでは、ループ障害は影響の範囲が大きく、その上障害原因の解析が容易ではなかったが、障害原因の特定を容易にできるようになり、また、ディスクアレイの冗長性を生かして、部品交換などを行わなくても、解析結果を元に障害原因となっているHDDをバイパスさせることによって障害原因を除去し、ループ障害から回復させて、動作を継続させることができる。このため、信頼性、可用性の改善ができる。

【0054】さらに、障害原因の解析は自動的に行うことができるので、保守員が交換する部品を決定するための解析作業が不要になり、保守性を改善することができるという効果もある。

【0055】加えて、障害原因がHDDのように冗長性を持った部分でなくても、障害箇所を予め狭めることができるので、保守性が改善できる。

【0056】また、ポートバイパス回路等は、ループ状インターフェースを使用してデバイスを接続する構成をとっている場合には、デバイスの切り離しなどの関係上必要になる部分であり、本発明の実現のために特別なハードウェアの追加は必要なく、コストの上昇を招くこともない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が用いられるディスクアレイ装置の一例を示す図である。

【図2】本発明が用いられるディスクアレイ装置の他の例を示す図である。

【図3】図1において障害箇所を特定するためHDDをバイパスする手順を説明するための図である。

【図4】図1において複数のHDDに障害が発生した際、障害箇所を特定するためHDDをバイパスする手順を説明するための図である。

【図5】図1において障害箇所を特定するための動作を説明するフローチャートである。

【図6】増設装置によって一つのループに接続されるデバイスの数を拡張した例を示す図である。

【図7】障害原因箇所をより狭めて特定することのできるシステムの一例を示す図である。

【図8】図7に示すシステムの障害原因特定動作を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

50 100 ポートバイパス回路制御手段

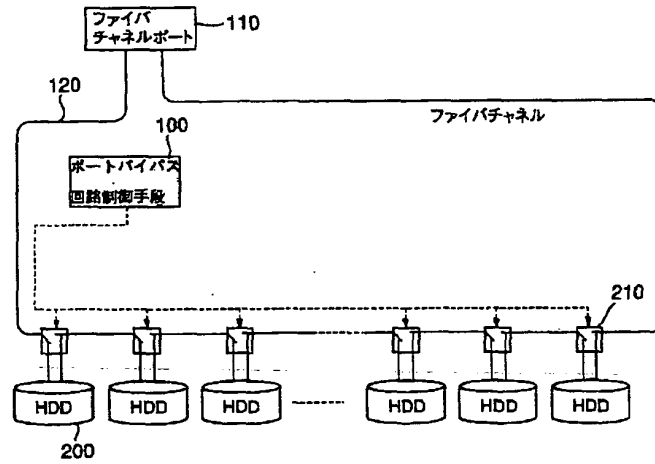
13

14

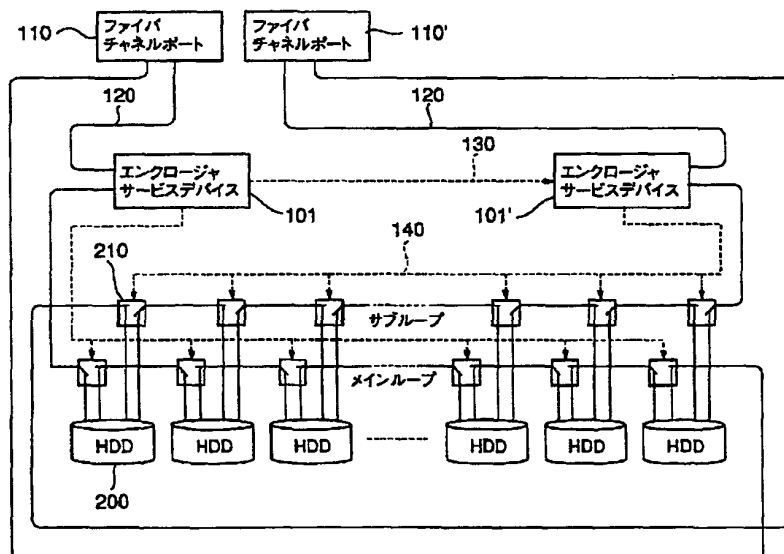
101, 101' エンクロージャサービスデバイス
 110, 110' ファイバチャネルポート
 120 ファイバチャネル

200 HDD
 210 ポートバイパス回路

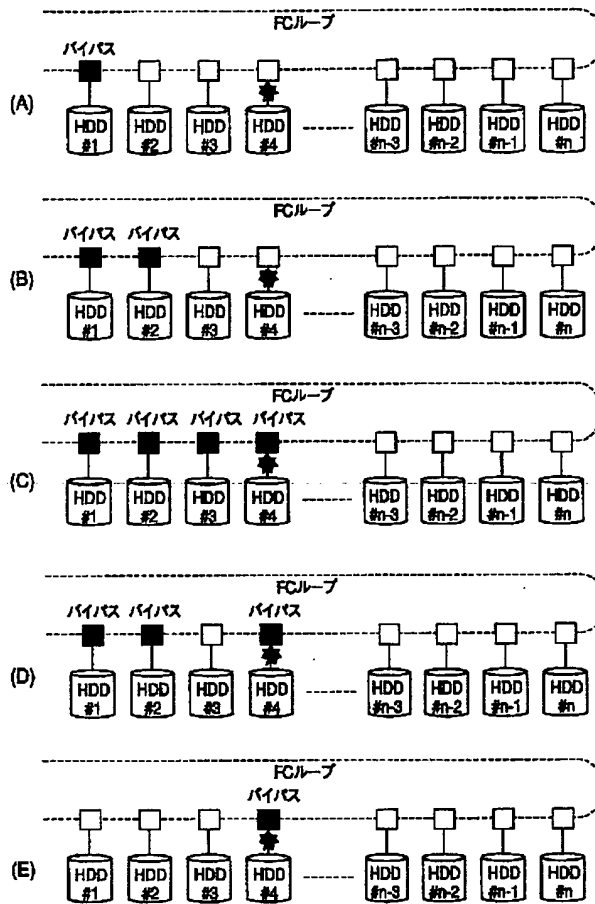
【図1】



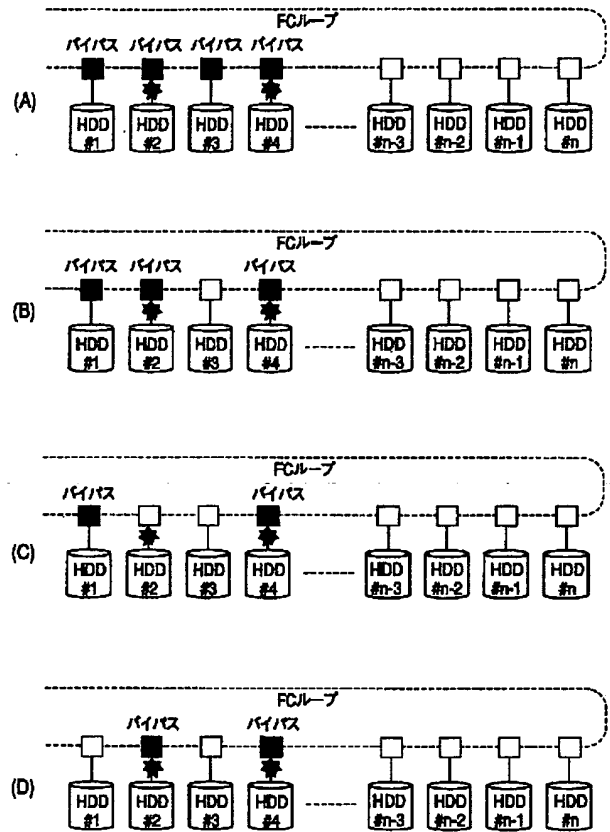
【図2】



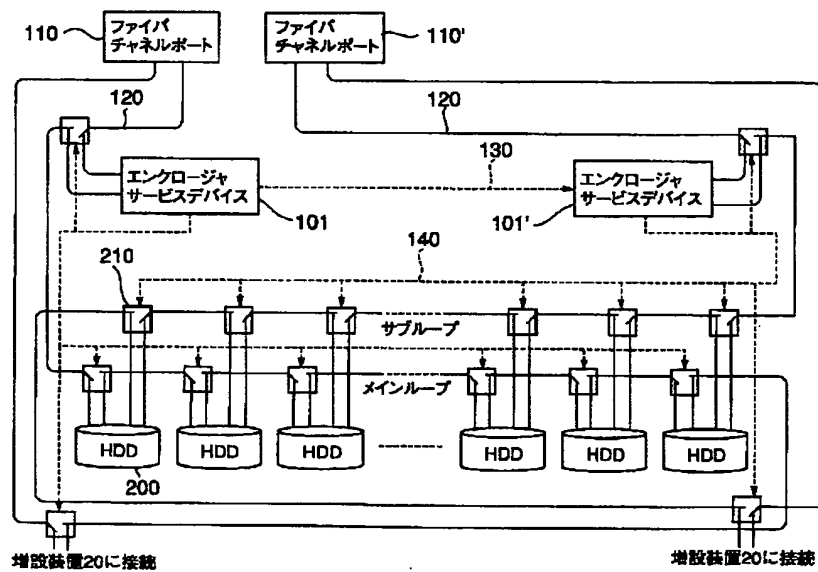
【図3】



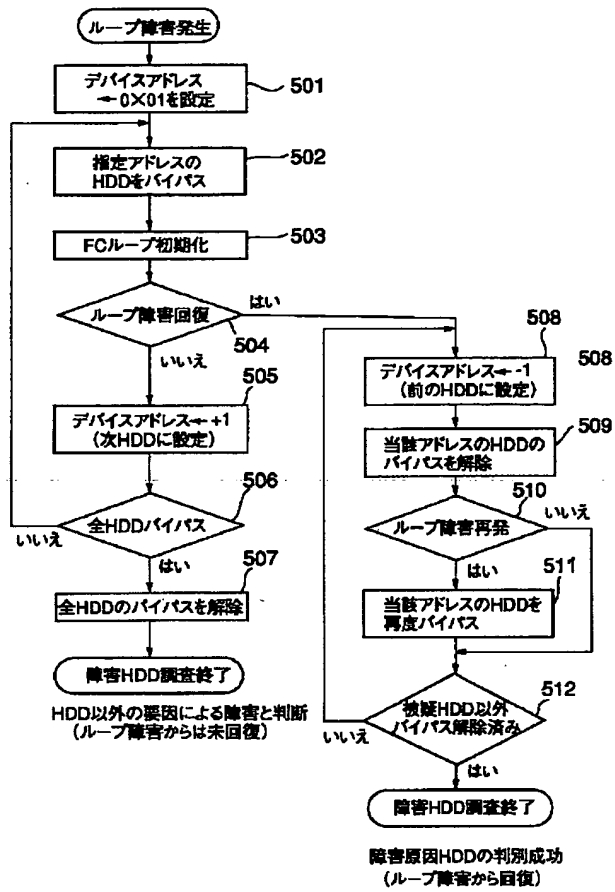
【図4】



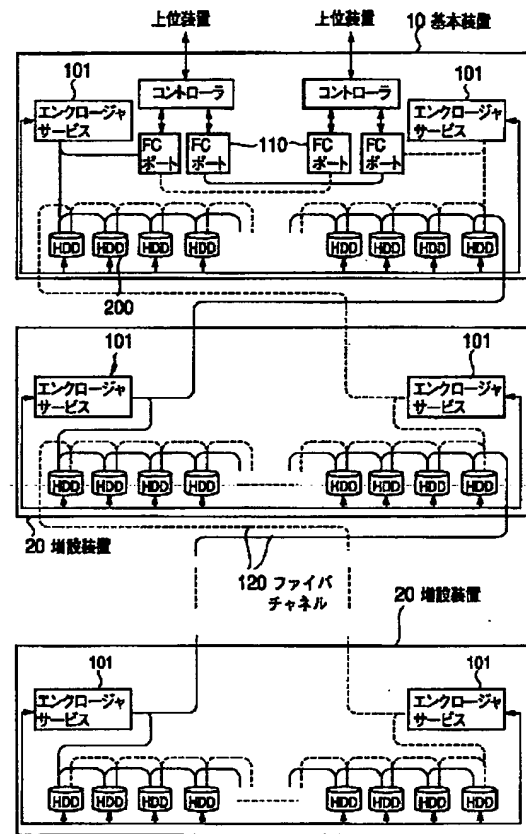
【図7】



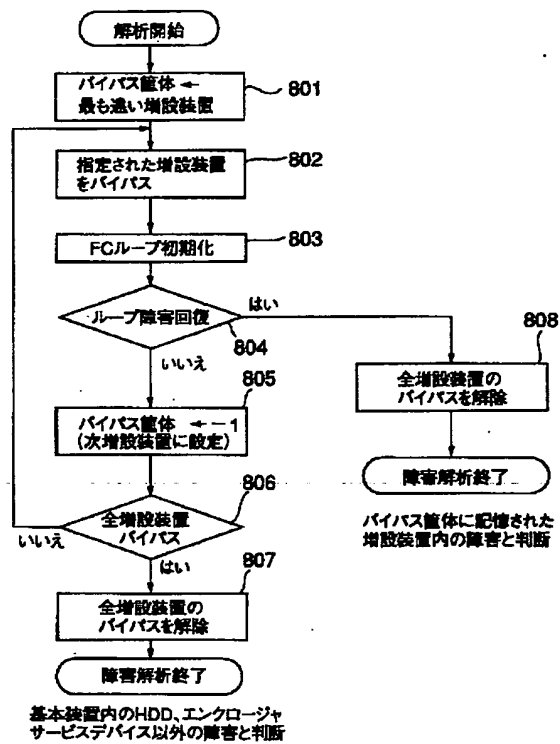
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B014 EA05 EA06 HA09 HA11 HB02
 HC13 HC14
 5B065 EC01 ZA13
 5B083 AA05 BB03 BB08 CD09 CD11
 CE03 DD01 DD09 DD13 EE07
 GG04
 5K031 AA08 AA14 DA13 DA19 DB14
 EA01 EA10 EA12 EB03 EB09
 EC01 EC05